

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-277612

(43)Date of publication of application : 02.10.1992

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/20

G03F 7/20

(21)Application number : 03-039874

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 06.03.1991

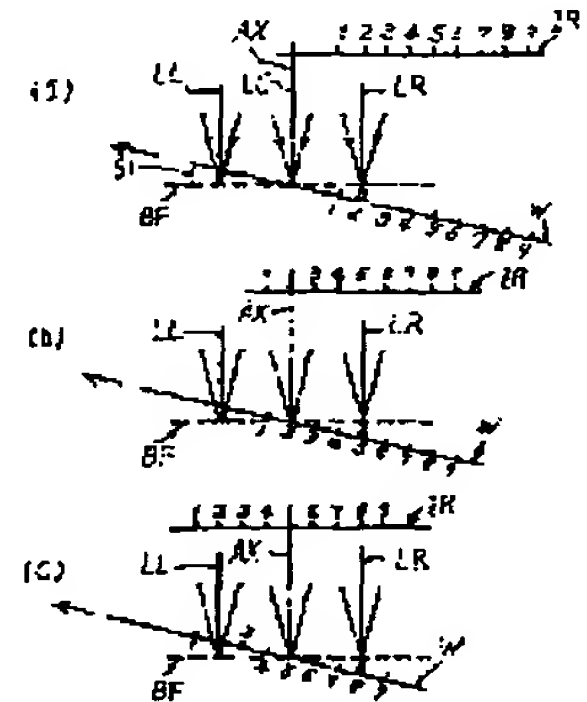
(72)Inventor : NISHI TAKECHIKA

(54) PROJECTION ALIGNER AND PROJECTION EXPOSURE METHOD

(57)Abstract:

PURPOSE: To magnify an apparent focal depth degree of the projection optical system by an exposure method of step-and-scan system.

CONSTITUTION: In a projection aligner which transfers a mask (R) and a substrate (W) in the uni-dimensional direction at a synchronized speed to make scan exposure with slit-shaped illumination fluxes, the mask and the substrate are kept by a tilt of a predetermined amount (θ_1) with regard to the uni-dimensional transfer direction, and the substrate is transferred in the axial (AX) direction interlocking with a transfer in the uni-dimensional direction so that during scan exposure almost the center within a transfer area of the substrate may be located at a best focusing face (BF) of the projection optical system. It is possible to make scan exposure with a focusedness of an projection image varied with position within the transfer area of the substrate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-277612

(43) 公開日 平成4年(1992)10月2日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20		7818-2H		
	5 2 1	7818-2H		
		7352-4M		
			H 0 1 L 21/30	3 1 1 L

審査請求 未請求 請求項の数4(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平3-39874

(22) 出願日 平成3年(1991)3月6日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 西 健爾

東京都品川区西大井1丁目6番地3号 株式会社ニコン大井製作所内

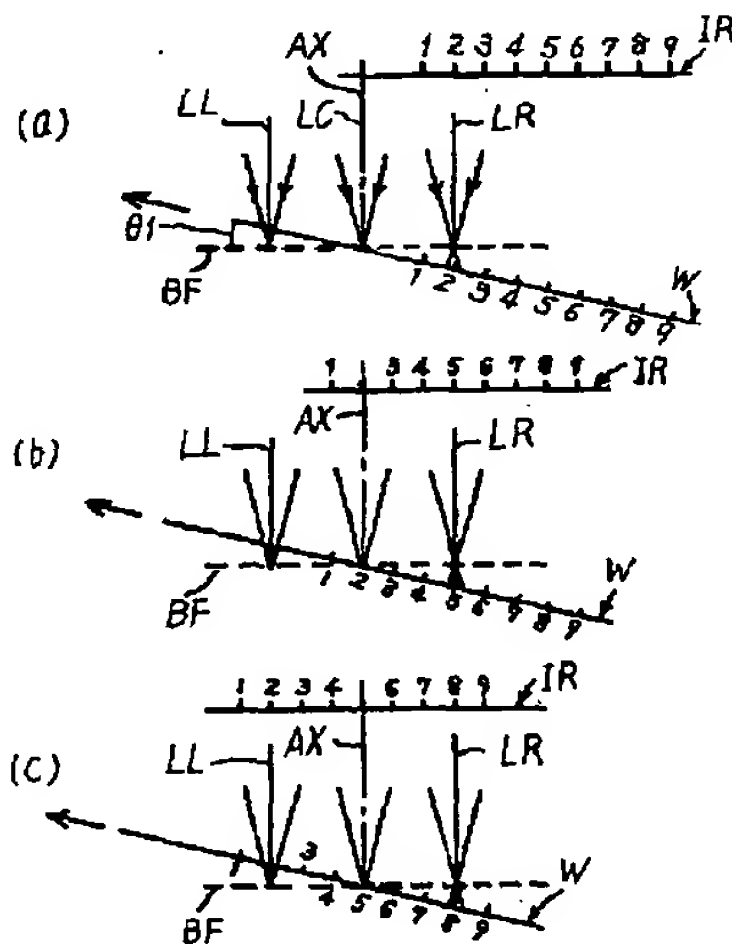
(54) 【発明の名称】 投影露光装置及び投影露光方法

(57) 【要約】

【目的】 ステップアンドスキャン方式の露光方法において、投影光学系の見かけ上の焦点深度を拡大させる。

【構成】 マスク (R) と基板 (W) とを1次元方向に、同期した移動速度で移動させてスリット形状の照明光束で走査露光する投影露光装置において、マスクと基板とを1次元移動方向に関して一定量 (θ_1) 傾けて保持するとともに、走査露光時に基板上の転写領域内のほぼ中央部が投影光学系の最良結像面 (BF) に位置するように、1次元方向の移動に連動して基板を投影光学系の光軸 (AX) 方向に移動する。

【効果】 基板上の転写領域内の位置によって投影像のフォーカス状態を変化させた状態で走査露光することが可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスク上の転写領域内に形成されたパターンを感光基板上の被露光領域に投影するための投影光学系と、前記マスクを前記転写領域の一方向の幅寸法以上の範囲に渡って一次元移動させるマスクステージと、前記感光基板を前記マスクステージの一次元移動方向に沿って前記マスクステージの移動速度と同期した速度で一次元移動させる基板ステージとを有し、前記マスクのパターンを前記露光基板上の被露光領域に走査露光する投影露光装置において、前記投影光学系の投影視野内に含まれる大きさの矩形、若しくはスリット形状を有し、且つ前記一次元移動の方向に関してほぼ一定の幅をもつ露光用の照明光束を前記マスクに照射する照明手段と；前記マスクと前記投影光学系とを介して前記感光基板上で得られる前記照明光束によって形成される照射領域の前記一次元移動方向に関して、前記感光基板を一定量だけ傾けて前記基板ステージ上に保持する基板ホルダーと；前記感光基板上の前記照射領域内のほぼ中央部が前記投影光学系の最良結像面、若しくはその近傍に位置するように前記基板ホルダーを前記投影光学系の光軸の方向に移動させるホルダー駆動手段と；前記走査露光の間、前記照射領域内の前記一次元移動方向の位置に応じて前記マスクのパターン像の前記感光基板上での結像状態を維持するように前記ホルダー駆動手段を制御する制御手段とを設けたことを特徴とする投影露光装置。

【請求項2】 マスク上の転写領域内に形成されたパターンを投影光学系を介して感光基板上の被露光領域に投影露光するために、前記マスクと前記感光基板とを前記投影光学系の投影視野に対して、少なくとも一次元に相対走査する投影露光方法において、前記投影光学系を介して前記感光基板上に投影されるパターン像の領域を前記一次元走査の方向に関してほぼ一定の幅に制限するとともに、前記パターン像領域が形成される前記感光基板上の局所表面と前記投影光学系の最良結像面とを、前記一次元走査方向に関して相対的に傾けた状態で走査露光することを特徴とする投影露光方法。

【請求項3】 前記パターン像領域が形成される前記感光基板上の局所表面の前記一次元走査方向に関する寸法を D_{θ} 、前記局所表面と前記最良結像面との傾き角を θ 、前記投影光学系の焦点深度の光軸方向の幅を ΔZ としたとき、

$$D_{\theta} \cdot \sin \theta \geq \Delta Z$$

の関係を満たすように、前記パターン像領域の幅寸法 D_{θ} と傾き角 θ の少なくとも一方を調整することを特徴とする請求項第2項に記載の方法。

【請求項4】 前記パターン像領域の前記一次元走査方向に関する幅を制限するために、前記マスクを照明する露光用の照明光束の前記マスク上での形状を矩形にするとともに、該矩形状の照明光束の強度分布が前記一次元走査方向に関して少なくとも2ヶ所で極大となるように

制御したことを特徴とする請求項第2項、又は第3項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体素子、液晶表示素子等の製造過程中的のリソグラフィ工程で使用される投影露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の投影露光装置には、大別して2つの方式があり、1つはマスク（レチクル）のパターン全体を内包し得る露光フィールドを持った投影光学系を介してウェハやプレート等の感光基板をステップアンドリピート方式で露光する方法であり、もう1つはマスクと感光基板とを投影光学系を挟んで対向させて円弧状スリット照明光のマスク照明の下で相対走査して露光するスキャン方法である。前者のステップアンドリピート露光方式を採用したステッパーは、最近のリソグラフィ工程で主流をなす装置であり、後者のスキャン露光方式を採用したアライナーに比べて、解像力、重ね合わせ精度、スループット等が何れも高くなってきており、今後も暫くはステッパーが主流であるものと考えられている。

【0003】このステップアンドリピート露光方式では、投影光学系の見かけ上の焦点深度を大きくするため、1つの露光領域の露光中に感光基板及び投影光学系を投影光学系の光軸方向に相対移動させるという露光方法（累進焦点露光方法と呼ぶことにする）を併用することも提案されている。この累進焦点露光方法における光軸方向の移動量は投影光学系の本来の焦点深度や感光基板上の微小な凹凸を考慮したものであり、移動中には感光基板上の凹凸の少なくとも上部と下部とに投影光学系の最良結像面がくるようになっている。

【0004】ところで、最近スキャン露光方式においても高解像力を達成する新たな方式がSPIE Vol.1088 Optical/Laser Microlithography II (1989) の第424頁～433頁においてステップアンドスキャン方式として提案された。ステップアンドスキャン方式とは、マスク（レチクル）を一次元に走査しつつ、ウェハをそれと同期した速度で一次元に走査するスキャン方式と、走査露光方向と直交する方向にウェハをステップ移動させる方式とを混用したものである。

【0005】図11は、ステップアンドスキャン方式の概念を説明する図であるが、ここではウェハW上のX方向のショット領域（1チップ、又はマルチチップ）の並びを円弧状スリット照明光RILで走査露光し、Y方向についてはウェハWをステッピングする。同図中、破線で示した矢印がステップアンドスキャン（以下、S&Sとする）の露光順路を表し、ショット領域 SA_1 、 SA_2 、…、 SA_n の順にS&S露光を行い、次にウェハWの中央にY方向に並んだショット領域 SA_1 、 SA_2 、

…、 SA_{12} の順に同様のS&S露光を行う。上記文献に開示されたS&S方式のアライナーでは、円弧状スリット照明光R1Lで照明されたレチクルパターン像は、1/4倍の縮小投影光学系を介してウェハW上に結像されるため、レチクルステージのX方向の走査速度は、ウェハステージのX方向の走査速度の4倍に精密に制御される。また、円弧状スリット照明光R1Lを使うのは、投影光学系として屈折素子と反射素子とを組み合わせた縮小系を用い、光軸から一定距離だけ離れた像高点の狭い範囲（輪帯状）で各種収差がほぼ零になるという利点を得るためである。そのような反射縮小投影系の一例は、例えばUSP. 4,747,678に開示されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のステップアンドスキャン方式にステップアンドリピート方式と同様の累進焦点露光方法を適用することは不可能である。つまり、ステップアンドリピート方式の場合はレチクル及びウェハと照明光束及び露光光束とが投影光学系の光軸に垂直な方向（ウェハの面内方向）に相対移動しない構成となっているため、露光中にウェハと投影光学系とを光軸方向に相対移動することによって転写領域内の1点に複数の焦点位置で露光することが可能である。それに対して、ステップアンドスキャン方式の場合はレチクル及びウェハと照明光束及び露光光束とが投影光学系の光軸に垂直な方向に相対移動する構成となっているため、露光中にウェハと投影光学系とを光軸方向に相対移動すると転写領域内の位置によって合焦する部分と合焦しない部分とが混在することになる。よって、ステップアンドリピート方式と同様の累進焦点露光方法を用いたのでは焦点深度拡大の効果は期待できないばかりでなく、かえって像の解像度が低下する。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記問題点解決のため本発明では、マスク(R)上の転写領域内に形成されたパターン(IR)を感光基板(W)上の被露光領域に投影するための投影光学系(PL)と、マスク(R)を転写領域の一方向の幅寸法以上の範囲に渡って一次元移動させるマスクステージ(14)と、感光基板(W)をマスクステージ(14)の一次元移動方向に沿ってマスクステージ(14)の移動速度と同期した速度で一次元移動させる基板ステージ(17, 18)とを有し、マスク(R)のパターン(IR)を感光基板(W)上の被露光領域に走査露光する投影露光装置において、投影光学系(PL)の投影視野(IF)内に含まれる大きさの矩形、若しくはスリット形状を有し、且つ一次元移動の方向に関してほぼ一定の幅をもつ露光用の照明光束をマスク(R)に照射する照明手段(1~13)と；マスク(R)と投影光学系(PL)とを介して感光基板(W)上で得られる照明光束によって形成される照射領域の一次元移動方向に関して、感光基板(W)を一定量だけ傾

けて基板ステージ(17, 18)上に保持する基板ホルダー(16)と；感光基板(W)上の照射領域内のほぼ中央部が投影光学系(PL)の最良結像面(BF)、若しくはその近傍に位置するように基板ホルダー(16)を投影光学系(PL)の光軸(AX)の方向に移動させるホルダー駆動手段(21)と；走査露光の間、照射領域内の一次元移動方向の位置に応じてマスク(R)のパターン像の感光基板(W)上での結像状態を維持するようにホルダー駆動手段(21)を制御する制御手段(54)とを設けた投影露光装置を使用することとした。

【0008】また、マスク(R)上の転写領域内に形成されたパターン(IR)を投影光学系(PL)を介して感光基板(W)上の被露光領域に投影露光するために、マスク(R)と感光基板(W)とを投影光学系(PL)の投影視野(IF)に対して、少なくとも一次元に相対走査する投影露光方法において、投影光学系(PL)を介して感光基板(W)上に投影されるパターン像の領域を一次元走査の方向に関してほぼ一定の幅に制限するとともに、パターン像の領域が形成される感光基板(W)上の局所表面と投影光学系(PL)の最良結像面(BF)とを、一次元走査方向に関して相対的に傾けた状態で走査露光することとした。

【0009】

【作用】本発明によれば、走査露光方式の投影露光装置においてウェハ等の感光基板を照明光束の照射領域の一次元走査方向に関して一定量だけ傾けて保持する基板ホルダーを設ける構成としたため、投影光学系の最良結像面と感光基板上の照射領域とを相対的に傾けることが可能となる。また、この基板ホルダーを投影光学系の光軸方向に並進移動させるホルダー駆動手段を設け、感光基板上の照射領域内のほぼ中央部が投影光学系の最良結像面、若しくはその近傍に位置するようにホルダー駆動手段を駆動するようにしたため、レチクルのパターン像のフォーカス状態を連続的、若しくは離散的に変化させたまま走査露光することが可能となる。

【0010】

【実施例】図1は本発明の実施例による投影露光装置の構成を示し、本実施例では、屈折素子のみ、或いは屈折素子と反射素子との組み合わせで構成された1/5縮小の両側テレセントリックな投影光学系PLを使うものとする。水銀ランプ1からの露光用照明光は楕円鏡2で第2焦点に集光される。この第2焦点には、モータ4によって照明光の遮断と透過とを切り替えるロータリーシャッター3が配置される。シャッター3を通った照明光束はミラー5で反射され、インプットレンズ6を介してフライアイレンズ系7に入射する。フライアイレンズ系7の射出側には、多数の2次光源像が形成され、各2次光源像からの照明光はビームスプリッタ8を介してレンズ系(コンデンサーレンズ)9に入射する。レンズ系9の後側焦点面には、レチクルブラインド機構10の可動ブ

レードBL₁、BL₂、BL₃、BL₄が図2のように配置されている。4枚のブレードBL₁、BL₂、BL₃、BL₄は夫々駆動系50によって独立に移動される。本実施例ではブレードBL₁、BL₂のエッジによってX方向(走査露光方向)の開口APの幅が決定され、ブレードBL₃、BL₄のエッジによってY方向(ステッピング方向)の開口APの長さが決定されるものとする。また、4枚のブレードBL₁~BL₄の各エッジで規定された開口APの形状は、投影光学系PLの円形イメージフィールドIF内に包含されるように定められる。さて、ブラインド機構10の位置で、照明光は均一な照度分布となり、ブラインド機構10の開口APを通過した照明光は、レンズ系11、ミラー12、及びメインコンデンサーレンズ13を介してレチクルRを照射する。このとき、ブラインド機構10の4枚のブレードBL₁~BL₄で規定された開口APの像がレチクルR下面のパターン面に結像される。

【0011】さて、開口APで規定された照明光を受けたレチクルRは、コラム15上を少なくともX方向に等速移動可能なレチクルステージ14に保持される。コラム15は、投影光学系PLの鏡筒を固定する不図示のコラムと一体になっている。レチクルステージ14は駆動系51によってX方向の一次元走査移動、ヨーイング補正のための微小回転移動等を行う。またレチクルステージ14の一端にはレーザ干渉計30からの測長ビームを反射する移動鏡31が固定され、レチクルRのX方向の位置とヨーイング量がレーザ干渉計30によってリアルタイムに計測される。尚、レーザ干渉計30用の固定鏡(基準鏡)32は投影光学系PLの鏡筒上端部に固定されている。レチクルRに形成されたパターンの像は投影光学系PLによって1/5に縮小されてウェハW上に結像される。ウェハWは微小回転可能、且つ任意の角度に傾斜可能なウェハホルダー16に基準マーク板FMとともに保持される。ホルダー16は投影光学系PLの光軸AX方向(Z方向)に微小移動可能なZステージ17上に設けられる。そしてZステージ17はX、Y方向に二次元移動するXYステージ18上に設けられ、このXYステージ18は駆動系52で駆動される。またXYステージ18の座標位置とヨーイング量とはレーザ干渉計33によって計測され、そのレーザ干渉計33のための固定鏡(基準鏡)34は投影光学系PLの鏡筒下端部に、移動鏡35はZステージ17の一端部に夫々固定される。本実施例では投影倍率を1/5としたので、スキャン露光時のXYステージ18のX方向の移動速度V_xは、レチクルステージ14の速度V_rの1/5である。さらに本実施例では、レチクルRと投影光学系PLとを介してウェハW上のアライメントマーク(又は基準マークFM)を検出するTTR(スルーザレチクル)方式のアライメントシステム40と、レチクルRの下方空間から投影光学系PLを介してウェハW上のアライメン

トマーク(又は基準マークFM)を検出するTTL(スルーザレンズ)方式のアライメントシステム41とを設け、S&S露光の開始前、或いはスキャン露光中にレチクルRとウェハWとの相対的な位置合わせを行うようにした。また図1中に示した光電センサー42は、基準マークFMを発光タイプにしたとき、その発光マークからの光を投影光学系PL、レチクルR、コンデンサーレンズ13、レンズ系11、9、及びビームスプリッタ8を介して受光するもので、XYステージ18の座標系におけるレチクルRの位置を規定する場合や、各アライメントシステム40、41の検出中心の位置を規定する場合に使われる。但し、これらのアライメントシステムは本発明を達成するのに必須の要件ではない。ところでブラインド機構10の開口APは、走査方向(X方向)と直交するY方向に関して極力長くすることによって、X方向の走査回数、即ちウェハWのY方向のステッピング回数を少なくすることができる。但し、レチクルR上のチップパターンのサイズや形状、配列によっては、開口APのY方向の長さをブレードBL₁、BL₄の各エッジで変更した方がよいこともある。例えばブレードBL₁、BL₄の対向するエッジがウェハW上のショット領域を区画するストリートライン上に合致するように調整するとよい。このようにすれば、ショット領域のY方向のサイズ変化に容易に対応できる。また1つのショット領域のY方向の寸法が開口APのY方向の最大寸法以上になる場合は、特開平2-229423号公報にみられるように、ショット領域の内部でオーバーラップ露光を行って、露光量のシームレス化を行う必要がある。この場合の方法については本発明の必須要件ではないので説明は割愛する。

【0012】ここで、任意の角度に傾斜可能なウェハホルダー16、及びその周辺の構成について図3(a)を参照して説明する。XYステージ18上のZステージ17にはモータ21が設けられ、Zステージ17を光軸AX方向に駆動する。ウェハホルダー16は、そのほぼ中心を支持されてZステージ17上に載置される。またウェハホルダー16はその周縁部にレベリング駆動部20A、20Bが設けられ、ホルダー16上のウェハWを任意の角度に傾斜可能となっている。このウェハWの傾斜角度を制御するために、非露光波長の光束BPLを照射する投光部19Aと、光束BPLがウェハ面で反射した光束BRLを受光する受光部19Bとで構成されたフォーカス、及びレベリングセンサが設けられている。このフォーカス、及びレベリングセンサからの光束BPLの焦点は、ウェハW上において投影光学系PLの光軸AXが通過する点を含む線上にほぼ一致している。レベリング駆動部20A、20Bは、受光部19Bからのレベリング情報と主制御部100からの情報とに基づいてウェハホルダー16の傾き量を決定するレベリング制御系53からの指令によって駆動される。また、受光部19B

7

からのレベリング情報を常にフィードバックすることによって適正なウェハWの傾斜角度を維持することもできる。さらに、フォーカス、及びレベリングセンサからの情報により、ウェハW上の光軸AXと交わる位置を常に投影光学系の最良結像面に位置させるためのフォーカス情報を得ることもできる。この場合、受光部19Bで得られた位置情報に基づいたZステージ制御系54からの指令によってモータ21を駆動することにより、Zステージ17を光軸AXの方向に駆動する。尚、光束BPLは図3(b)に示すようにブラインドの開口APで規定される矩形の照射領域AP'に対して例えば45°程度傾斜したスリット状の光SLIとしてウェハW上に照射される。このことにより、ウェハW上に既に形成されたチップ領域CP₁~CP₄内の回路パターンIの方向性に影響されことなくウェハWの傾斜を制御することができ、レベリング駆動部は便宜上2点のみ図示したが、3点で駆動した方がより良いことは言うまでもない。

【0013】次に本実施例の装置の動作を説明するが、そのシーケンスと制御は、図1に示すように主制御部100によって統括的に管理される。主制御部100の基本的な動作は、レーザ干渉計30、33からの位置情報、ヨーイング情報の入力、駆動系51、52内のタコジェネレータ等からの速度情報の入力等に基づいて、スキャン露光時にレチクルステージ14とXYステージ18とを所定の速度比を保ちつつ、レチクルパターンとウェハパターンとの相対位置関係を所定のアライメント誤差内に抑えたまま相対移動させることにある。そして本実施例の主制御部100は、その動作に加えて投影光学系PLの最良結像面とウェハW上の転写領域とを相対的に傾けて、且つ転写領域内のほぼ中央部が投影光学系PLの最良結像面、若しくはその近傍に位置させて照射領域内の一次元走査方向の位置に応じてレチクルのパターン像のフォーカス状態を連続的、若しくは離散的に変化させたまま走査露光を行うように、レベリング制御系53、及びZステージ制御系54を連動制御することを大きな特徴としている。

【0014】図4は、本発明の実施例による投影露光装置を用いた露光方法を概略的に示す図である。レチクルR上の回路パターンIR内の位置1~9は夫々ウェハW上の位置1~9に対応しており、パターンIRに対してウェハWは相対的に傾斜している。尚、ここでは便宜上ウェハWの直上に回路パターンIRを表示し、回路パターンIRのウェハW上への投影倍率は1として示した。また、単一の開口APで規定された露光光束のうちLR、LC、LLの3光束を示してある。これら3光束のうちの光束LR、LLは、夫々図2に示すブレードBL₁、BL₂のエッジで規定されるものであり、スキャン露光方向に関して光軸AXを中心にほぼ対称に位置する。光束LRとLLとの幅は開口APのX方向の幅に対応しており、露光光束の走査方向の照射範囲を表してい

8

る。この照射範囲内では露光光束の強度分布はほぼ一様となっている。光束LCは露光光束の照射範囲のほぼ中心を通る主光線を有し、この主光線は投影光学系PLの光軸AXと一致しているものとする。さらに、投影光学系PLの最良結像面は破線BFで示してある。この走査露光は、XYステージ18をX方向に駆動すると同時に、Zステージ17を光軸AXの方向に駆動して、ウェハWの照射領域内のほぼ中心（露光光束の照射範囲のほぼ中心と一致）が常に投影光学系PLの最良結像面BFに位置するように制御される。尚、このとき走査露光の走査方向に関するウェハW上の照射領域AP'の幅をD₀、ウェハW上の照射領域AP'と最良結像面BFとの傾き角をθ₁、投影光学系PLの焦点深度の光軸方向の幅(DOF)をΔZ₁として、 $D_{00} \cdot \sin \theta_1 \geq \Delta Z_1$ の関係を満たすように、照射領域の幅D₀と傾き角θ₁との少なくとも一方を調整するようにする。尚、一般的に理論上の焦点深度幅は $\Delta Z_1 = \lambda / NA^2$ (λ:露光波長、NA:投影光学系の開口数)である。

【0015】さて、走査露光が開始された直後のウェハWとパターンIRとの露光光束に対する位置関係は図4(a)に示すような状態であり、回路パターンIR内の位置2に着目すると、この位置2は露光光束の照射範囲内に入ったところである。しかし、この状態では対応するウェハW上の位置2の像はデフォーカス状態であり、投影像の強度分布はピークの緩やかな状態となっている。さらに走査露光が進んだ状態が図4(b)であり、ウェハW上の位置2は最良結像面BFに位置している。この状態では位置2の像はベストフォーカス状態であり、像の強度分布のピークは鋭くなっている。ウェハWが図4(c)に示す位置まで移動すると、位置2は図4(a)に示す状態とは反対のデフォーカス状態となり、像の強度分布のピークは緩やかな状態となる。

【0016】以上の走査露光(等速スキャン)によってウェハW上の位置2に照射される露光量の光軸AX方向(Z方向)の分布は図5に示すようになる。つまり位置2での露光量は、Z方向のD₀・sinθ₁の範囲(焦点深度の幅DOF)でほぼ均一となっている。また、その結果位置2に与えられた像の強度分布を図6に示す。強度分布ER、EC、ELは、夫々光束LR、LC、LLによって得られる像強度を表すものであり、強度分布Eは光束LR、LC、LLを含めた露光光束によって得られる像強度の積算値を表すものである。この場合、位置2は露光光束の照射範囲内にある間中、光束を照射されている(光エネルギーを受けている)ため、積算された強度分布Eはピークの緩やかな分布となる。よって、ウェハW上のフォトリジストを感光(完全に除去)する露光量E_{th}以上の強度を持つ幅Wは、図示するように比較的広くなる。この幅Wを狭くするためには、矩形状の照明光束の強度分布が走査露光の一次元走査方向に関して少なくとも2ヶ所で極大となるようにすればよい。こ

のため、例えば図7に示すように開口APの中央部を遮光した構造（ダブルスリット状の開口）のレチクルブラインド機構を用いるようにする。これは、ブラインド機構10の4枚のブレードのうちのブレードBL₁を、開口APの中央部をX方向に所定の幅で遮光するようにY方向に伸びた遮光片を有するような形状としたものである。このようなブラインド機構を用いた場合、走査露光（等速スキャン）によってウェハW上の位置2に照射される露光量の光軸AX方向（Z方向）の分布は図8に示すようになる。つまり位置2での露光量は、Z方向の $D_{0.5} \cdot \sin \theta$ の範囲（焦点深度の幅DOF）の両端付近の2ヶ所に同程度の強度を有する状態となっている。よって、図4に示す露光光束のうちの光束LR、LLに相当する部分のみに強度を持たせることが可能となる。この光束を用いて前述の走査露光（等速スキャン）を行った場合にウェハW上の任意の位置（例えば前述の位置2）で得られる像の強度分布は、図9に示すようになる。強度分布ER'、EL'は夫々、光束LR、LLで与えられる像の強度分布であり、強度分布E'は強度分布ER'、EL'を積算したものである。このとき、強度分布E'は図6に示す強度分布Eよりも鋭いピークを有しており、ウェハW上のフォトレジストを感光（完全に除去）する露光量E以上の強度を持つ幅W'は、図6に示す幅Wよりも狭くすることができる。さらに、矩形状の照明光束の強度分布が走査露光の一次元走査方向に関して3ヶ所で極大となるようにしてもよい。これには、図7に示すものと同様に開口部が3つのスリットとなるようなブレードを有するレチクルブラインド機構を用いる。この場合、同様に走査露光によってウェハW上の位置2に照射される露光量の光軸AX方向の分布は図10に示すようになる。つまり位置2での露光量は、最良結像面BF付近とZ方向の $D_{0.5} \cdot \sin \theta$ の範囲（焦点深度の幅DOF）の両端付近の2ヶ所との合計3ヶ所で夫々同程度の強度を有する状態となっている。よって、ウェハWに達する露光光束は図4に示す光束LR、LC、LLに相当する光束のみとなる。また光束LR、LLは、投影光学系の光軸AXと同一の光軸を有する光束LCに対してほぼ対称となるようにする。この様な照射範囲内の3ヶ所で強度分布が極大となる光束で走査露光を行った場合も、ウェハW上に投影される像の強度分布は、図6に示す強度分布Eより鋭いピークを有することになる。よって投影される像の幅は、図6に示す幅Wよりも狭くすることができる。尚、照明光束の光強度がほぼ同じ場合に矩形状の照明光束の強度分布が走査露光の一次元走査方向に関して2ヶ所の場合と3ヶ所の場合とを比較すると、3ヶ所の場合の方がXYステージの移動速度を速くことができ、スループットが高い。即ち、従来のUSP. 4,869,999等で知られている累進焦点露光方法とは逆の効果が得られることになる。

【0017】上記の例では、ブラインド機構のブレード

に遮光片を持たせた例を示したが、その他、光路中において回路パターンIRとほぼ共役な位置に、遮光したい領域に応じた大きさ、及び形状のNDフィルター等の遮光部材を設ける構成としても同様の効果が得られる。

【0018】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、ウェハ等の感光基板を照明光束の照射領域の一次元走査方向に関して傾斜状態で、且つ感光基板上の照射領域（転写領域）内のほぼ中央部が投影光学系のほぼ最良結像面に位置するように走査するようにしたため、転写領域内の位置によってレチクルのパターン像のフォーカス状態を変化させた状態で走査露光することが可能となる。つまり、焦点深度拡大の効果をj得ることがjできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例による投影露光装置の構成を示す図

【図2】レチクルブラインドを構成するブレードの配置を示す図

【図3】（a）はウェハホルダー周辺の概略的な構成を示す図

（b）はレベリングセンサからの光束のウェハ上への照射状態を示す図

【図4】本発明の実施例による投影露光装置を用いた露光方法を概略的に示す図

【図5】走査露光によってウェハ上の任意の位置に照射される露光量の光軸方向の分布を示す図

【図6】本発明の実施例による走査露光を行った場合にウェハ上の任意の位置に与えられる像の強度分布を示す図

【図7】レチクルブラインドを構成するブレードの他の例を示す図

【図8】走査露光によってウェハ上の任意の位置に照射される露光量の光軸方向の分布を示す図

【図9】本発明の他の実施例による走査露光を行った場合にウェハ上の任意の位置に与えられる像の強度分布を示す図

【図10】走査露光によってウェハ上の任意の位置に照射される露光量の光軸方向の分布を示す図

【図11】従来の技術によるステップアンドスキャン露光方式の概念を説明する図

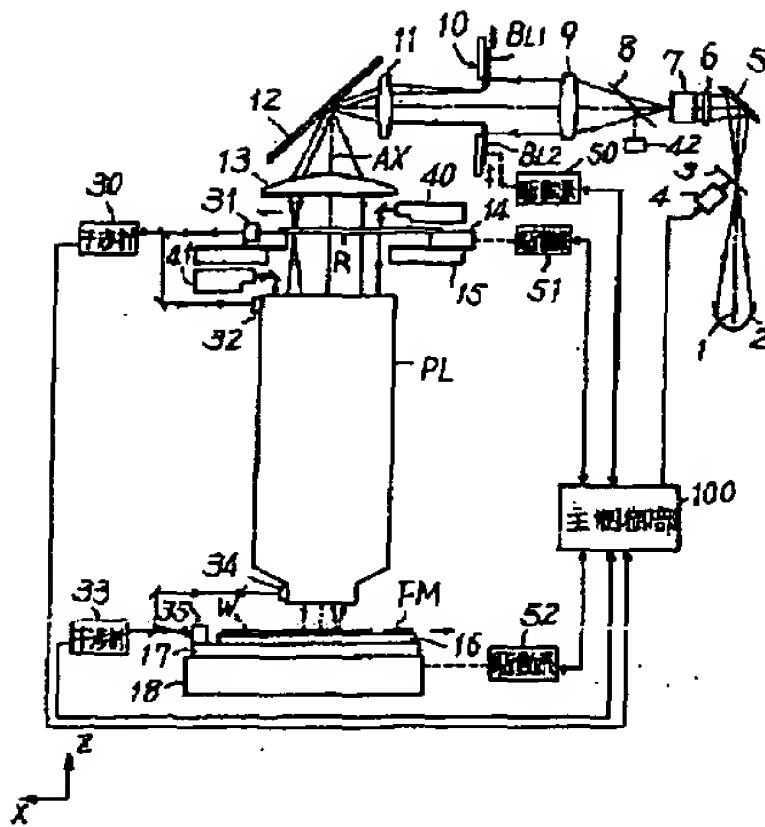
【符号の説明】

- 14 マスクステージ
- 16 基板ホルダー
- 17 Zステージ
- 18 XYステージ
- 20A, 20B レベリング駆動部
- 21 モータ
- BF 投影光学系の最良結像面
- R マスク（レチクル）
- IR パターン

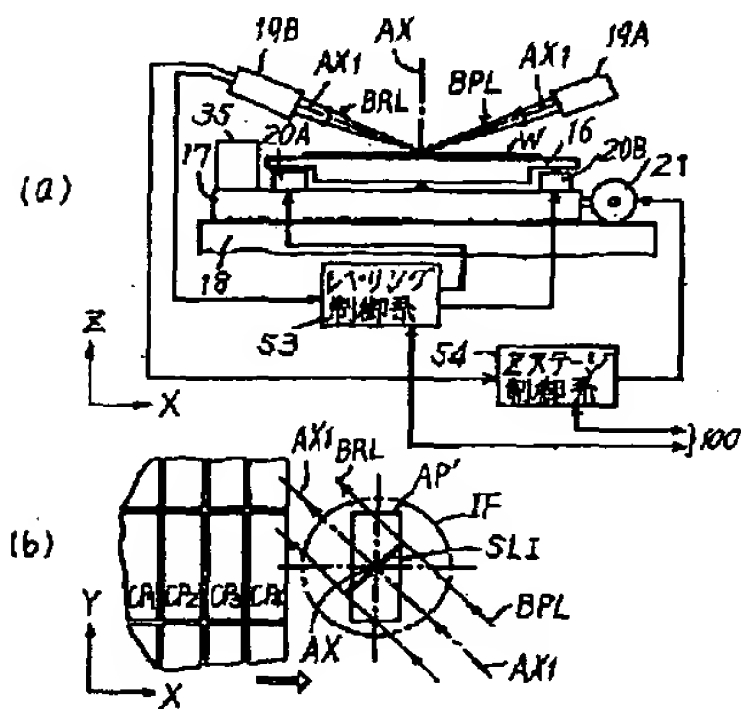
W 感光基板

PL 投影光学系

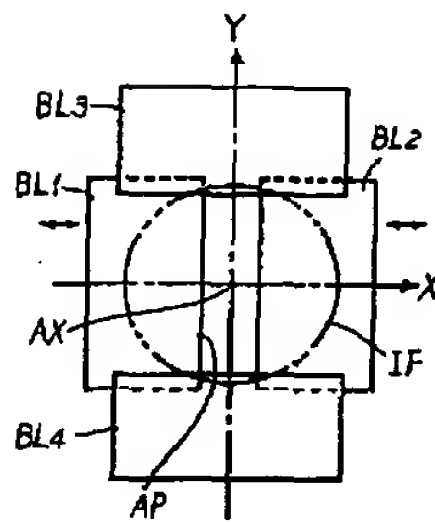
【図1】



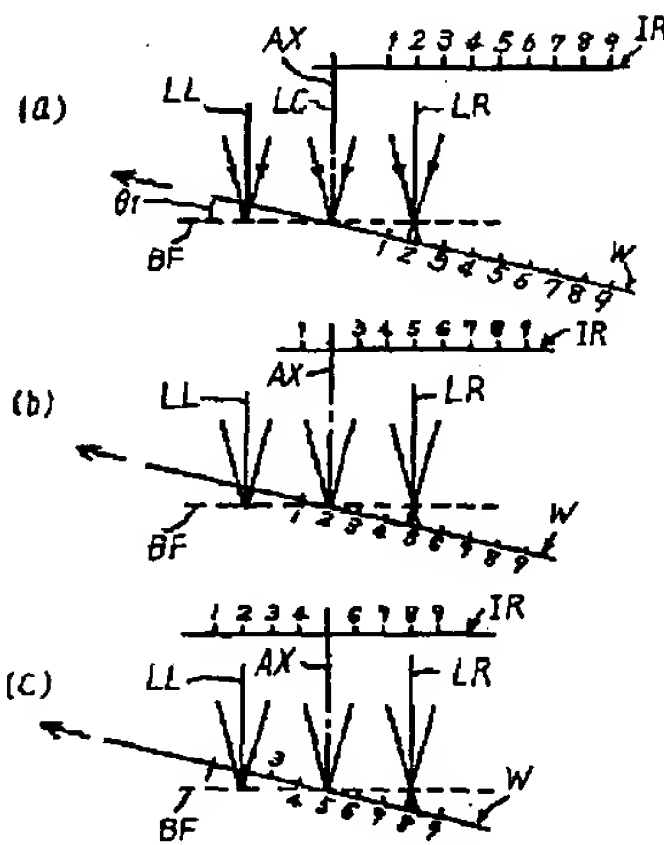
【図3】



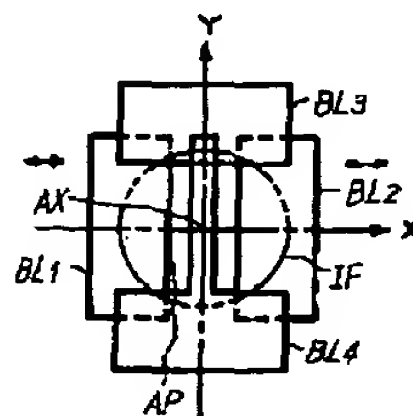
【図2】



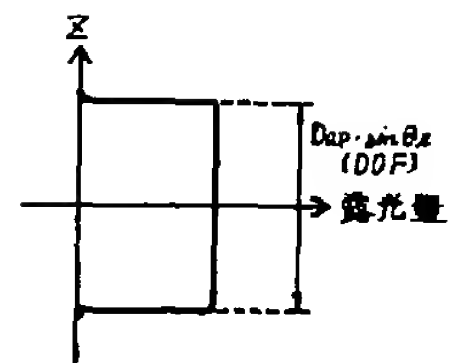
【図4】



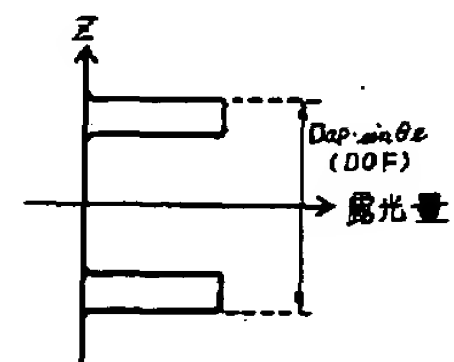
【図7】



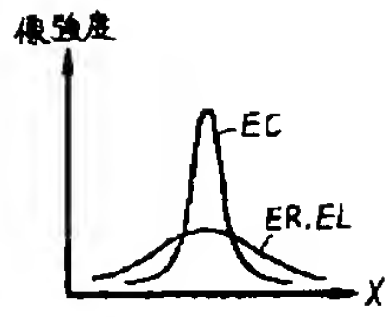
【図5】



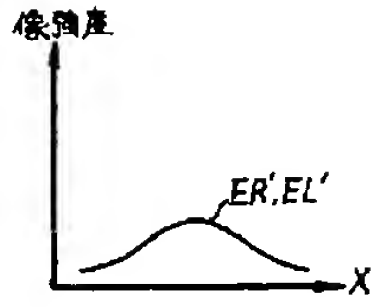
【図8】



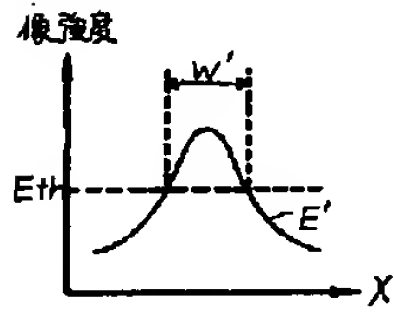
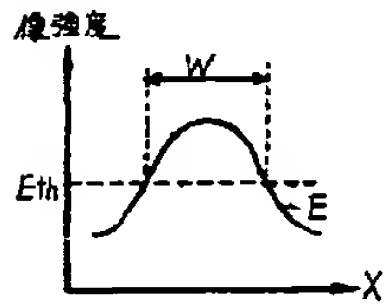
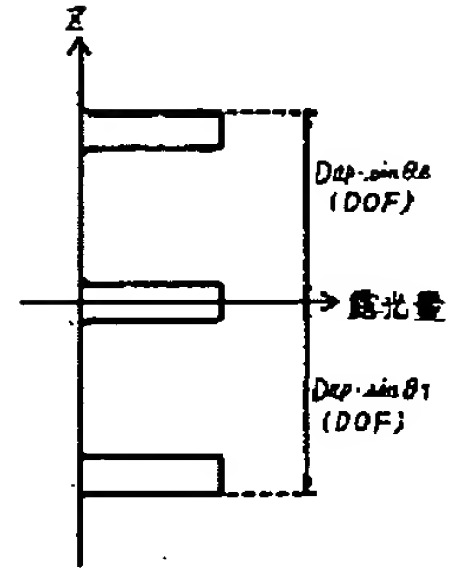
【図6】



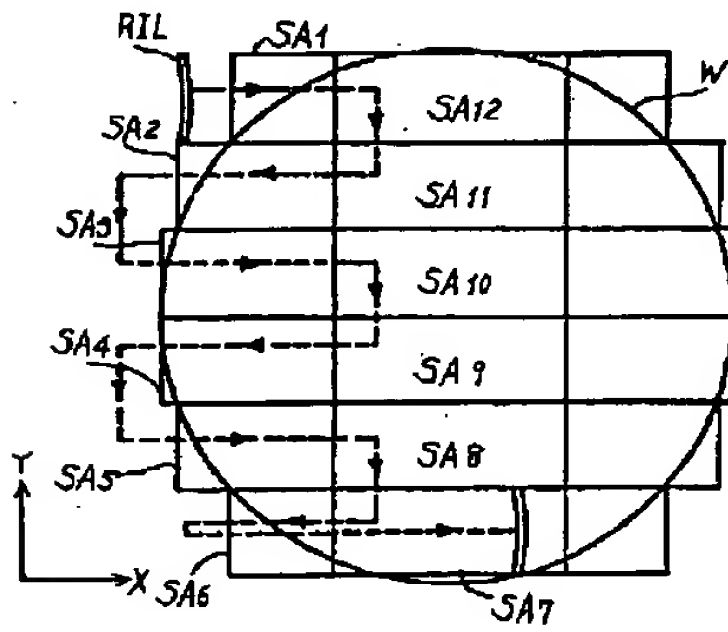
【図9】



【図10】



【図11】



(縦列検出)